centigrades; la chaleur *blanche* à 1,300. La plus grande que l'on ait observée est de 3,941 degrés centigrades.

406. *Pourquoi le* CENTRE *de la flamme est-il obscur?* — Parce qu'il renferme une certaine quantité de gaz hydrogènes carbonés provenant de la distillation de la matière grasse, et qui échappent à la combustion, ainsi que des molécules de charbon provenant de la mèche.

407. *Pourquoi les gaz, dans le* CENTRE *de la flamme, échappent-ils à la* COMBUSTION? — Parce qu'ils sont *hors du contact de l'air*, et que l'air est absolument nécessaire à la combustion.

408. *Pourquoi la flamme proprement dite* qui ENTOURE *l'espace central est-elle la plus* LUMINEUSE? — Parce que c'est là que brûle, à la faveur de l'oxygène de l'air, la majeure partie des gaz nés de la distillation, et que cet espace renferme en outre du carbone très divisé, qui devient *incandescent*, et qui donne à la flamme une plus grande clarté.

409. *Pourquoi l'enveloppe* EXTÉRIEURE *de la flamme est-elle moins* LUMINEUSE *que le cône intermédiaire?* — Parce que le carbone incandescent s'y combine *trop vite avec l'oxygène* de l'air, et se transforme en acide carbonique, avec gain de chaleur, mais avec perte de lumière pour cette troisième zone.

410. *Pourquoi le* BOUT *d'une mèche, lorsque celle-ci est longue ou recourbée, est-il rouge tandis que le reste est noir?* — Parce que le bout de la mèche sorti du cône obscur et arrivé au contact de l'air, brûle seul comme un corps solide avec lumière, mais sans flamme, tandis que le reste charbonne seulement.

411. *La partie la plus* CHAUDE *de la flamme n'est-elle pas aussi la plus* LUMINEUSE? — Non; la seconde zone, celle qui entoure le cône obscur, est la plus *lumineuse;* mais la troisième zone, ou l'*extérieur* de la flamme, donne la *chaleur* la plus intense.

La *chaleur* de la flamme n'est pas toujours en rapport avec l'intensité de sa *lumière*. Par exemple, la flamme de l'hydrogène bicarboné est bien plus dense et plus *brillante* que celle de l'hydrogène pur, et cependant cette dernière répand plus de *chaleur* que la première. La flamme qui produit la plus *haute température* est celle qui résulte de l'inflammation du mélange d'un volume d'oxygène et de deux volumes d'hydrogène, et cependant cette flamme est à peine *visible* à la lumière du jour.

412. *Que sont les flammes sonores, chantantes, dansantes, sensibles?*—Il suffit qu'on introduise une flamme de lampe d'émailleur dans un tube, de diamètre et de longueur convenable, pour que les mouvements confus dont elle est agitée la rendent *sonore* ou déterminent un bourdonnement musical. Lorsqu'un bec de gaz enflammé est entouré d'un tube au sein duquel il plonge, la circulation intérieure de l'air peut amener spontanément la flamme à chanter, et lui faire rendre un son clair et retentissant, qui est celui du tube qui entoure la flamme ou l'un de ses harmoniques. On ne s'imaginerait pas quel degré d'intensité cette musique des flammes peut atteindre.

La flamme est sensible lorsqu'elle occupe dans le tube qui l'entoure une position telle qu'elle ne chante pas spontanément, mais telle aussi que, quand elle a été excitée et comme amorcée par la voix, elle chante et continue indéfiniment à chanter. Le son émis par la voix doit être celui que la flamme rend elle-même, et ce son prend le nom de *note sensible*. Un tuyau ou tout autre instrument capable d'émettre la

note sensible produit le même effet que la voix.

La flamme au sein d'un tube convenablement choisi peut être amenée à un degré de sensibilité telle que, si des sons ou des coups se succédant à des intervalles égaux, elle tombe et s'élève d'une hauteur considérable et devienne *dansante*. Elle fait alors une sorte de triage des sons émis par la voix, répondant à quelques-uns par un petit signe de tête, à d'autres par une révérence, à d'autres encore par un salut profond : il est beaucoup de sons pour lesquels elle semble n'avoir pas d'oreille. On a désigné du nom de *flammes à voyelles* ou de flammes à consonnes des flammes que les diverses voyelles ou les diverses consonnes affectent diversement.

413. *Qu'est-ce que le Pyrophone de M. Kastner?* — Un instrument musical d'un timbre se rapprochant assez de la voix humaine, et dans lequel les sons sont rendus par des flammes chantantes. Chacune des touches du clavier est mise en communication, à l'aide d'un mécanisme fort simple avec les conduits qui amènent les flammes dans les tuyaux de verre. Les flammes introduites sont au nombre de deux, d'abord réunies et qui ne chantent pas ; puis séparées, quand on presse sur la touche, et qui chantent alors à l'unisson.

414. *Pourquoi l'huile d'une lampe ou le suif d'une* CHANDELLE *allumés brûlent-ils?* — Parce que la chaleur de la mèche allumée distille la matière grasse, la décompose et la transforme en gaz combustibles qui s'unissent avec l'oxygène de l'air.

415. *En* QUELS GAZ *la cire, l'huile ou le suif se transforment-ils par l'effet de la chaleur?* — En hydrogène et en hydrogène carbonés. 1° L'*hydrogène* de la chandelle, se combinant avec l'oxygène de l'air, se transforme en *vapeur d'eau;* 2° le *carbone* de la chandelle, se combinant avec l'oxygène de l'air, se transforme en *acide carbonique*.

416. *Où la cire, l'huile et le suif se décomposent-ils?* — Dans la *mèche* qui, par sa combustion et la température très élevée que cette combustion développe, détermine la distillation et la décomposition de ces matières grasses.

417. *De quelle manière la cire, l'huile et le suif* S'ÉLÈVENT-*ils dans la mèche et jusque dans la flamme?* — Par l'action capillaire des filaments de la mèche, action qui détermine incessamment l'ascension de la matière grasse liquéfiée.

418. *A quels caractères reconnaît-on qu'une lampe ou une bougie brûlent très bien?* — 1° A l'absence complète de fumée ; 2° à la blancheur de la flamme. La lumière de nos lampes, de nos bougies et du gaz est cependant toujours un peu jaune, c'est-à-dire que les rayons jaunes y sont toujours en plus grande proportion que les autres rayons du spectre ; on s'en aperçoit quand on les compare à la lumière du soleil, de la lune ou de la lampe électrique.

419. *Pourquoi la lumière est-elle d'autant plus blanche que la combustion est plus parfaite?* — Parce que, quand la combustion est parfaite, les particules enflammées de charbon brûlent blanc ou sont incandescentes, tandis que, dans une combustion imparfaite ou quand leur température n'a pas atteint son maximum, elles sont plus ou moins rouges ou jaunes.

420. *Pourquoi la* FLAMME *est-elle* CHAUDE? — Parce qu'elle n'est pas autre chose qu'une combustion à une température très élevée.

421. *Pourquoi la* FLAMME *a-t-elle une direction* ASCENDANTE? — Parce qu'elle échauffe autour d'elle l'*air* qui, par conséquent, s'élève rapidement sous forme de cylindre et entraîne la flamme avec lui.

422. *Pourquoi la* FLAMME *est-elle* POINTUE *vers le sommet?* — Parce que le cylindre *des vapeurs*, en s'élevant, est *consumé de plus en plus; l'étendue de la flamme* diminue dans la même proportion, et de cylindrique elle devient conique; on peut dire aussi que c'est au-dessus de la flamme que l'air est plus chaud, plus dilaté, qu'il s'y forme, par conséquent, une sorte de vide vers lequel convergent les vapeurs enflammées.

423. *Pourquoi la* FLAMME *d'une chandelle* HUMECTE-*t-elle une* CLOCHE *tenue au-dessus?* — Parce que l'hydrogène de la matière grasse, en se combinant avec l'oxygène de l'air, ou en brûlant, donne naissance à de la vapeur d'eau, et que cette vapeur est condensée par le verre froid tenu au-dessus de la flamme.

424. *Pourquoi la* MAIN *tenue au*-DESSUS *de la flamme d'une bougie sent-elle plus de chaleur que lorsqu'on la tient en* DESSOUS *ou à* COTÉ? — Parce que l'*air échauffé ascendant* vient en contact avec la main tenue au-*dessus* de la flamme, tandis que, si la main est tenue au-*dessous* de la flamme ou à côté, on ne sent que la chaleur *rayonnante*.

Le rayonnement est l'*émission de rayons*. La flamme d'une bougie envoie de tous côtés des rayons de chaleu ; mais, quand la main est tenue au-*dessus* de la flamme, elle sent non seulement la chaleur des *rayons* émis, mais aussi celle du courant ascendant de l'*air échauffé*.

425. *Pourquoi la* FLAMME *d'une chandelle ou d'une lampe jette-t-elle des* ÉCLATS DE LUMIÈRE *toutes les fois que le suif ou l'huile sont presque consumés?* — Parce que la mèche n'est plus alimentée d'une manière continue par les gaz ou vapeurs combustibles; la lumière par là même devient intermittente; la flamme apparaît quand les vapeurs arrivent à la mèche, elle disparaît quand celles-ci manquent.

426. *Pourquoi un* SOUFFLE ÉTEINT-*il la flamme d'une* BOUGIE, *et ne l'augmente-t-il pas comme il ravive le* FEU? — Parce que la masse d'air insufflée est très considérable par rapport à la matière en combustion dans la flamme, et qu'elle abaisse dans une proportion trop forte la température de la mèche. Au reste, on éteint aussi un feu de coke qui, pour brûler, demande une température très élevée, en soufflant dessus, même avec un soufflet.

427. *Pourquoi une* MÈCHE *encore* ROUGE *peut-elle quelquefois se* RALLUMER *lorsqu'on* SOUFFLE *dessus?* — Parce que le souffle apporte à la mèche, encore enflammée, de l'oxygène qui active ou ranime la combustion; mais il la ranimera à la condition qu'il sera modéré, car s'il est violent, il refroidira la mèche, en détachera les particules enflammées, et l'éteindra.

428. *Pourquoi la mèche rouge n'est-elle pas rallumée par l'*AIR *sans qu'on* SOUFFLE *dessus?* — Parce que l'*oxygène* n'est pas fourni en assez *grande abondance* par l'air ambiant; l'air du souffle a plus de densité, et est, par conséquent, plus efficace.

429. *Pourquoi une bougie qu'on vient d'éteindre se* RALLUME-*t-elle toujours très aisément?* — Parce qu'elle est encore *chaude*, et qu'il faut moins de chaleur pour la rallumer que pour l'allumer une première fois.

430. *Pourquoi une* VEILLEUSE *s'éteint-elle plus vite qu'une lampe?* — Parce que sa flamme est plus petite, que la quantité de matière en combustion est moindre, et qu'il faut, par conséquent, moins d'air froid pour abaisser la température de la mèche.

431. *Pourquoi les petites* LAMPES A PÉTROLE, *si communes aujourd'hui, s'éteignent-elles si facilement, quand on va et vient ou qu'on souffle dessus?* — Parce que la densité de la vapeur du pétrole est très petite, que la combustion est si peu énergique que la mèche est à peine brûlée.

432. *Qu'est-ce que le gaz employé à l'*ÉCLAIRAGE? — Le gaz employé à l'éclairage est l'hydrogène bicarboné, ou bicarbure d'hydrogène.

433. *Comment obtient-on le gaz* HYDROGÈNE BICARBONÉ? — En distillant et décomposant à la chaleur rouge des huiles grasses, de l'alcool, du charbon de terre ou du bois, etc.

L'*hydrogène pur* brûle au contact de l'air avec une flamme bleue *très peu brillante*, mais produisant beaucoup de chaleur.

L'*hydrogène protocarboné* se produit constamment pendant la décomposition spontanée des matières organiques, et dans leur distillation à feu nu. Il brûle avec une lumière *jaunâtre* assez faible et se compose d'un volume de carbone et de deux volumes d'hydrogène (CH^2).

L'*hydrogène bicarboné* se forme dans la distillation en vase clos des matières grasses, huileuses et bitumineuses ; il brûle avec une flamme *blanche* très lumineuse. Un volume d'hydrogène bicarboné se compose de 2 volumes de carbone et de 2 volumes d'hydrogène (C^2H^2).

434. *Pourquoi le* GAZ *hydrogène bicarboné est-il très* LUMINEUX? — Parce que, à la lumière de l'hydrogène qui en brûlant donne beaucoup de chaleur, s'ajoute celle des molécules incandescentes du charbon qui entre dans la composition de l'hydrogène bicarboné; l'hydrogène protocarboné, qui contient moins de charbon, donne moins de lumière.

435. *Pourquoi la partie* INFÉRIEURE *d'un jet de* GAZ *allumé est-elle d'un* BLEU *sombre?* — Parce que le courant continuel de gaz frais *refroidit* cette partie de la flamme, dont la chaleur n'est pas suffisante pour le décomposer et pour brûler le carbone qui y est contenu.

La conversion des deux éléments du gaz ne se fait pas en même temps : l'hydrogène brûle le premier, et abandonne le carbone, qui, déposé momentanément dans l'intérieur de la flamme, parvient à la température du *rouge blanc*, et concourt alors à donner à la flamme sa blancheur éclatante.

436. *Pourquoi un jet de* GAZ *s'éteint-il plus facilement quand le conduit est à demi fermé que lorsque le gaz sort à plein tuyau?* — Parce que plus la quantité de matière en combustion est petite, plus la flamme est facile à éteindre.

437. *L'intensité de la lumière du gaz est-elle toujours proportionnelle à la quantité de combustible?* — Oui, si toutes les conditions d'une combustion parfaite sont remplies, si le bec n'a pas trop de masse, si la quantité d'air affluent est suffisante, etc., etc.

438. *Pourquoi un* ÉTEIGNOIR *éteint-il une chandelle?* — Parce qu'il soustrait la flamme à l'influence de l'oxygène, soutien de la combustion, nécessaire à la combustion ; la petite quantité d'air contenu dans l'éteignoir est bientôt privée de son oxygène, et la flamme s'éteint.

439. *Pourquoi la flamme d'une chandelle ne met-elle pas le feu au cornet de* PAPIER *dont on se sert comme d'éteignoir?* — Parce que la flamme 1° consume aussitôt l'oxygène contenu dans l'éteignoir de papier; — 2° remplit l'intérieur du cornet d'*acide carbonique*, qui l'empêche de prendre feu.

440. *Quelle est la cause qui fait courber une* LONGUE MÈCHE *de chandelle?* — C'est son propre *poids*.

441. *D'où vient, au sommet de la mèche, le champignon connu sous le nom vulgaire de voleur?* — De l'accumulation du noir de fumée ou des particules charbonnées du coton, qui ne sont pas entièrement séparées de la mèche, mais s'accrochent légèrement à son sommet.

442. *Pourquoi le champignon n'est-il pas consumé par la flamme?* — Parce que la longueur et l'épaisseur de la mèche diminuent tellement la *chaleur* de la flamme, qu'elle ne suffit plus pour consumer les particules charbonnées.

443. *Pourquoi les* CHANDELLES *ont-elles besoin d'être* MOUCHÉES *continuellement?* — Parce que le suif, qui fond à une température plus basse que la cire où l'acide stéarique des bougies, distille plus vite que la mèche n'est consumée; la mèche va donc en s'allongeant de plus en plus, la combustion devient moins active, et force est de moucher la chandelle pour la ranimer.

444. *Pourquoi les* BOUGIES *n'ont-elles* JAMAIS *besoin d'être* MOUCHÉES? — 1° Parce que la cire ou l'acide gras de la bougie se fond et se distille moins vite; — 2° parce que la mèche tressée ou tordue se détord au fur et à mesure que la cire se fond; la mèche alors se

recourbe, et son extrémité, arrivant au contact de l'air dans l'enveloppe lumineuse, brûle : elle ne s'allonge donc plus progressivement, et la combustion n'est plus ralentie.

Cette précaution de *tresser* les mèches ne suffit pas; la faible quantité de *chaux* que retient toujours l'acide gras engorgerait les mèches et diminuerait leur capillarité, ainsi que leur combustibilité, si l'on ne prenait pas la précaution de les plonger dans une solution d'*acide borique*, qui forme, avec la chaux, un *borate* qui reste fluide et se convertit en une perle qu'on voit briller à l'*extrémité de la mèche* après sa complète combustion.

445. *Pourquoi rend-on plus intense la lumière d'une bougie lorsqu'on* RECOURBE *un peu la* MÈCHE? — Parce qu'on diminue la longueur de la mèche qui était un obstacle à la combustion; mais surtout, parce qu'en amenant son extrémité au contact de l'air, où elle se brûle, on produit le même effet que si on l'avait mouchée.

446. *Pourquoi les* MÈCHES *des* CHANDELLES *ne sont-elles pas* TRESSÉES? — Parce que la chaleur de la mèche recourbée *liquéfierait* trop rapidement le suif, du côté où elle serait inclinée, et ferait *couler* la chandelle. Il existe cependant dans le commerce des chandelles-bougies en suif dont la mèche est tressée, en même temps que préparée d'une certaine manière, et qu'on est dispensé de moucher.

447. *Pourquoi la chaleur de la mèche rougie par la flamme ne fait-elle pas couler une* BOUGIE? — Parce que la cire ou la stéarine d'une bougie ne fond pas à une *température* aussi basse que le suif.

Le suif fond à 38 degrés centigrades; la stéarine pure ne fond qu'à 62; les cires ne fondent généralement qu'à 64.

STÉARINE. — La graisse animale contient deux principes : l'un *solide*, qui a été nommée *stéarine*, du grec στέαρ (suif); et l'autre,

liquide, qui a reçu le nom d'*oléine*, acide oléique, du latin *oleum*, qui signifie *huile*.

448. *Quand on souffle une* CHANDELLE, *d'où vient la mauvaise* ODEUR *de la* MÈCHE *fumante ?* — Le suif chaud de la mèche dégage une *huile volatile*, qui a reçu le nom d'ACRYLE, dont l'odeur est nauséabonde, et que l'on ne sentait pas lorsqu'elle était complètement brûlée.

L'*acryle* est la base hypothétique du produit de la distillation de la glycérine (le *principe doux des huiles*). L'acryle se compose de 6 volumes de carbone et de 3 volumes d'hydrogène (C^6H^3).

CHAPITRE III

L'action mécanique, autre source de chaleur.

449. *Comment peut-on* PRODUIRE *la* CHALEUR *au moyen de l'*ACTION MÉCANIQUE ? — 1° Par la percussion ; — 2° par le frottement; — 3° par la condensation ou la compression.

§ 1. — PERCUSSION.

450. *Que signifie le mot* PERCUSSION ? — La percussion est l'action par laquelle *un corps est frappé*, — comme lorsqu'un forgeron bat avec son marteau un morceau de fer sur une enclume.

451. *Pourquoi le* FER *devient-il* CHAUD *lorsqu'on le* BAT ? — Parce que la force mécanique, éteinte par la résistance et l'aplatissement du métal, est remplacée par de la chaleur : toute force qui disparaît sous une forme reparaît sous une autre ; le mouvement

visible ou de translation, empêché ou éteint, se change en mouvement atomique qui constitue la chaleur et a pour effet l'élévation de température.

452. *De quelle manière les* FORGERONS *allumaient-ils jadis leurs* ALLUMETTES ? — Ils avaient coutume de mettre sur une enclume un clou de *fer doux* et de le battre vivement avec un marteau ; la pointe alors devenait assez chaude pour *embraser une allumette soufrée*.

453. *Pourquoi produit-on une* ÉTINCELLE *en frappant un* CAILLOU *avec un* BRIQUET ? — Parce que la percussion dégage assez de chaleur pour enflammer les petites particules de fer détachées du briquet par le choc de la pierre dure.

454. *Pourquoi les* CHEVAUX *font-ils quelquefois voler des* ÉTINCELLES *avec leurs* PIEDS ? — Parce que les *fers* des chevaux, frappant contre les pavés, font l'effet du briquet sur la pierre à feu.

§ 2. FROTTEMENT.

455. *Que signifie le terme* FROTTEMENT ? — Le mouvement, avec pression plus ou moins grande, de deux surfaces l'une contre l'autre.

456. *Comment les sauvages produisent-ils du* FEU *par le* FROTTEMENT *de deux morceaux de* BOIS ? — Ils affilent en pointe un morceau de bois sec, qu'ils frottent rapidement, à plusieurs reprises, sur un autre morceau plat de bois *dur ;* en peu de temps les parcelles de bois *prennent feu*.

Les meilleurs bois pour cette expérience sont le *mûrier* frotté contre le *buis*, ou le *laurier* contre le *lierre*.